

PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Uma ferramenta para reduzir a geração de resíduos – revisão bibliográfica

CLEANER PRODUCTION IN CIVIL CONSTRUCTION: a tool to reduce the waste generation – literature review

Felipe Albertini, Mestrando, Unisinos, Rio Grande do Sul

felipe.albertini@edu.unisinos.br

Carlos Alberto Mendes Moraes, Doutor, Unisinos, Rio Grande do Sul

cmoraes@unisinos.br

Luciana Paulo Gomes, Doutora, Unisinos, Rio Grande do Sul

lugomes@unisinos.br

Resumo

Em frente aos desafios ambientais em que a construção civil está envolvida na atualidade, o presente artigo buscou compreender a aplicação da ferramenta de gestão ambiental, a Produção mais Limpa (P+L), aplicada neste setor. Pretende-se avaliar o uso desta ferramenta, e identificar as barreiras atuais para a implementação da P+L em obras de edificações. Para tanto foi realizada a revisão na literatura acadêmica produzida em território nacional sobre o assunto. Como resultado obteve-se que a ferramenta ainda é pouco utilizada, principalmente nas pequenas e médias empresas construtoras, apesar das significativas oportunidades e benefícios advindos da sua aplicação. Nos estudos aplicados, pode-se sinalizar os benefícios com a redução de resíduos nas fôrmas de madeiras e revestimentos cerâmicos, em alguns casos em até 20%. Porém o setor tem barreiras a vencer, como o dinamismo do setor, falta de padronização e envolvimento de empresas terceirizadas.

Palavras-chave: Produção mais Limpa; Construção Civil; Edificações; Minimização de Resíduos.

Abstract

Opposite the environmental cores where construction is involved today, this article aims to understand the application of an environmental management tool, the Cleaner Production (CP), applied in this sector. It is intended to evaluate the use of this tool, in addition to identifying current barriers to the implementation of CP in buildings works. For that, a review was carried out in the academic literature produced in the national territory on this subject. As a result, it was obtained that the tool is still little used, mainly in small and medium-sized construction companies, despite the significant opportunities and benefits arising from the application of CP. In the applied studies, the benefits can be indicated with reduction of residues in the wood formwork and ceramics coatings, in some cases up to 20%. However, still has barriers to overcome, such as dynamism of the sector, lack of standardization and involvement of outsourced companies.

Keywords: Cleaner Production; Civil Construction; Buildings works; Waste Minimization.

1. Introdução

Diversos estudos vêm trazendo à tona a preocupação que a indústria, especialmente a da construção civil, está fortemente relacionada com a geração de resíduos sólidos. Um enfoque que não impacta apenas a face ambiental, como também as questões econômicas e sociais. Estudos identificaram que esta indústria gera anualmente significativas toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD). Desde o início do milênio, nos Estados Unidos são gerados, aproximadamente 170 milhões de toneladas de RCD por ano, em Hong Kong a geração anual está em torno de 32,7 milhões, e em Shangai, 13,7 milhões. Sendo que 80% destes resíduos têm potencial de reciclagem, exemplificando concreto e blocos cerâmicos (DING; XIAO, 2014). E quanto a reciclagem, a taxa é muito variável, pois depende da política de cada país. Por exemplo na Alemanha ou Dinamarca, mais de 90% dos resíduos de construção são reciclados, porém na Espanha ou Hungria esse índice não chegava a 20% (EUROPEAN COMMISSION-DG ENV, 2011).

Estes resíduos têm uma característica heterogênea, devido a diversidade de serviços prestados nas obras, e, como resultado gera-se um montante volumoso que tem como destino, muitas vezes o aterro sanitário ou disposições clandestinas (SCHNEIDER, 2003). é notório que a causa raiz está na ineficiência durante a produção, de modo que muito dos projetos são focalizados nos custos da obra, e pouco foco há em planejamento e gestão ambiental nas empresas, o que agrava a presente situação (FORMOSO et al., 2002).

Face ao exposto, o presente artigo tem como objetivo avaliar, com base na literatura, o uso da ferramenta de Produção mais Limpa (P+L), aplicada especificamente em construções de edificações, com foco na redução da geração de resíduos dos processos construtivos. Pretende-se ainda identificar quais os principais níveis de operação da P+L de acordo com o diagrama do CNTL (vide capítulo 2.2). E identificar as principais barreiras para a sua implementação.

O método utilizado foi a revisão bibliográfica, utilizando como palavras-chaves: produção mais limpa, construção civil, minimização de geração de resíduos, e eficiência do processo. A busca foi preferencialmente em artigos acadêmicos, teses e dissertações com a base de pesquisa nas plataformas disponíveis na internet, a citar, os periódicos da CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), Science Direct (www.sciencedirect.com) e Google acadêmico (scholar.google.com.br)

2. Conceito de Produção mais Limpa (P+L)

O conceito de Produção mais Limpa (P+L) refere-se a uma estratégia ambiental que visa dar mais eficiência aos procedimentos, reduzindo a geração de resíduos e efluentes na fonte, evitando as soluções “fim de tubo”, aquelas que atuam apenas no tratamento das emissões e efluente das indústrias (DIAS, 2011). O conceito surgiu em meados 1989 pela UNEP (*United Nations Environment Program*) e pelo DTIE (*Division of Technology, Industry and Environment*), que diante dos problemas relacionados aos avanços desenfreados da indústria e os impactos ambientais, foi apresentada a ferramenta P+L com o intuito de atuar diretamente nos processos produtivos. (WERNER; BACARJI; HALL, 2011).

A UNEP, disseminou a prática da Produção mais Limpa pela criação de centros CPC (*Cleaner Production Centre*) em diversas partes do globo. O Brasil iniciou em julho de 1995 e foi o primeiro a ser instalado na América do Sul. Foi criado o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), e foi hospedado pelo sistema da Confederação Nacional das indústrias (CNI), no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do Rio Grande do Sul.(UNEP, 2001).

Dias (2011, pg. 146) acrescenta que a Produção mais Limpa adota os seguintes procedimentos:

- a) Quanto a produção – conservando as matérias-primas e a energia, eliminando aquelas que são tóxicas reduzindo a quantidade e a toxicidade de todas as emissões de resíduos;
- b) Quanto aos produtos – reduzindo os impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até sua disposição final através de um design adequado dos produtos;
- c) Quanto aos serviços – incorporando as preocupações ambientais no projeto e fornecimento

2.1 Etapas para implementar a P+L

Atuando nos processos produtivos, a ferramenta busca prevenir a geração de resíduos e efluentes potencialmente tóxicos, resolvendo problemas ambientais em diversos níveis, desde uma organização dos processos até um design mais sustentável. O processo da implementação da ferramenta P+L, ocasiona uma mudança na rotina de uma organização, porém visando benefícios em longo prazo. Deste modo, o manual elaborado pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas, prediz as etapas necessárias para a implementação da ferramenta (CNTL, 2003):

ETAPA 01: Consiste buscar o comprometimento da alta gerência, visando a amplitude de onde será aplicado a P+L. Assim como realizar a identificação de eventuais barreiras, e na formação do “Ecotime” que tem responsabilidade em manter o programa.

ETAPA 02: Contempla o estudo do fluxograma do processo produtivo, realização do diagnóstico ambiental e de processo e a seleção do foco de avaliação. Esta etapa analisa as entradas de matéria-prima, água e energia com a geração de resíduos, a fim de visualizar aonde se deve atuar.

ETAPA 03: Através dos quantitativos é realizado a elaboração do balanço material, e são estabelecidos indicadores. Assim são identificadas as causas da geração de resíduos e é feita a identificação dos níveis de aplicação da produção mais limpa, que será detalhada a seguir.

ETAPA 04: É realizado a avaliação técnica, econômica e ambiental da implementação escolhida na etapa anterior, analisando em si a viabilidade desta mudança.

ETAPA 05: Constitui na elaboração do plano de monitoramento e continuidade, visando dar perpetuidade para a ferramenta na organização.

2.2 Níveis de operação da P+L

Corroborando com a etapa 3 da implementação da P+L, há 3 níveis de atuação aonde esta ferramenta pode ser aplicada, dependendo do fluxograma e do balanço de materiais realizado na etapa anterior.

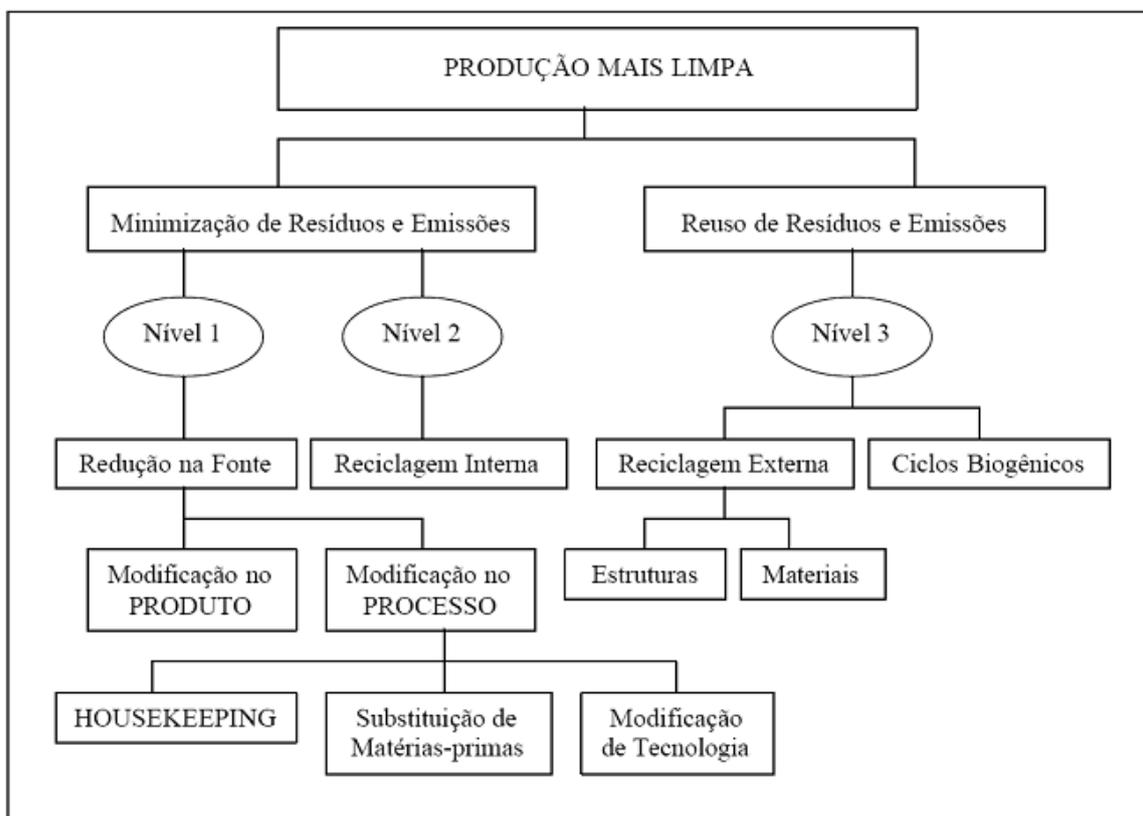


Figura 01 – Níveis de operação da P+L. Fonte: CNTL, 2003

O primeiro nível, mais prioritário, atua na redução na fonte. Seja pela modificação no produto, melhorando seu *design*. Como na modificação do processo, aonde vai desde boas práticas em organização (*housekeeping*) até ao investimento em melhores tecnologias. No nível 2, presencia a reciclagem interna dos resíduos, podendo retornar ao processo produtivo. Já no nível 3, há o tratamento dos resíduos por fora da empresa, como a reciclagem externa ou ciclos biogênicos, onde pode se exemplificar a compostagem.

AUTOR(ES)	DESCRIÇÃO	PRINCIPAIS ANÁLISES
ARAÚJO, 2002	A Aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa: Estudo em uma Empresa do Setor de Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação da P+L em uma residência • Atuação em revestimento de cerâmica e montagem de estrutura de madeira da cobertura. • Com a contratação de um projeto de detalhamento, se otimizou 24,9% em perdas; • Barreiras do setor: empresas terceirizadas, mudanças no processo, produto único, falta de padronização
CNTL, 2007	Produção Mais Limpa em Edificações	<ul style="list-style-type: none"> • Este manual traz a aplicação do conceito da P+L em construção de edificações; • Exemplifica com estudo de casos, os diversos processos mais tradicionais nos canteiros de obras. • Forma de Madeira: redução de 20 chapas por pavimento • Alvenaria: redução global em 27m³ de resíduo (R\$2.095,00) • Azulejos: Redução de 10% em material aplicado em revestimento.
GORON; TUBINO; NEETZOW, 2008	Produção Mais Limpa na Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Foi realizado um estudo de caso em 7 construtoras de Porto Alegre, aonde se atuou com as etapas da P+L. Juntamente com consultores da CNTL; • Etapas: curso teórico, diagnóstico ambiental, aplicação da ferramenta nas fôrmas de madeira, alvenaria, revestimento em argamassa, otimização de paginação de placas de cerâmica; • Benefícios: 277m³ de resíduos reduzidos, 38 mil reais em economia (total de todas construtoras)
LUZ; CAVALCANTE; CARVALHO, 2012	Estratégia de Qualidade Ambiental e de Produção Mais Limpa no Setor da Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado uma pesquisa exploratória em construtoras (entrevistas); • Empresas utilizam 5S para alcançar qualidade ambiental (51%); • Destinação dos RCD por terceiros (60,98%), já nenhuma recicla internamente em obra; • 40% das empresas construtoras não atuam com a P+L, e 30% praticam a conservação de matéria-prima e energia.
MATTOSINHO, 2005	Um Estudo Multicaso Sobre a Aplicabilidade da Metodologia de P+L em Construtoras do Setor de Edificações da Região Metropolitana do Recife/PE	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa exploratória nas grandes construtoras Recife/PE; • Em todas não haviam certificações ambientais, apenas de qualidade; • Pouco conhecimento em relação à P+L, apenas há uma sensibilização ambiental perante aos funcionários; • Relatam barreiras como o dinamismo do setor, mudanças em funcionários e empresas terceirizadas, dificuldade nos cálculos dos retornos financeiros.
NAIME; GARCIA, 2007	Gestão de Resíduos Sólidos na Construtora Melnick – Porto Alegre/RS: O Setor de Edificações Urbanas do Mercado de Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Foi aplicado em um estudo de caso na construtora em Porto Alegre • Programa para gerenciamento dos resíduos • Foi possível melhorar o fluxo de destinação correta dos resíduos de obra, nas etapas de fôrmas, alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas.

NANI, 2016	Avaliação Da Produção Mais Limpa Aplicada No Setor Da Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa exploratória em duas construtoras em Maringá; • Identificado grande deficiência na organização e armazenamento dos materiais no canteiro os quais geram desperdícios; • A autora, por meio de revisão bibliográfica, propõe atuações na organização, como o reaproveitamento da madeira, e a correta triagem dos resíduos oriundos da construção.
PIMENTEL, 2009	Produção Mais Limpa Aplicada à Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de P+L em obras de reforma de um posto de gasolina. E em uma construção de um pavilhão, já em estágio final; • Foi atuado na organização dos blocos cerâmicos, reaproveitamento de resíduos de madeira no próprio canteiro; • Beneficiou na minimização da geração de resíduo, ou compra de maiores quantidades de material.
RIGON, 2013	Aspectos e Impactos ambientais Durante a Fase de Execução de uma Obra Residencial	<ul style="list-style-type: none"> • A dissertação atuou em uma obra de uma residência, onde se analisou os impactos ambientais em cada etapa de obra; • Fases construtivas desde a locação até a limpeza final; • Verificou, através das entradas e saídas de cada processo, a potencialidade de melhorias no processo de construção; • Principalmente na etapa de estrutura, alvenaria e pintura.
TELLO; RIBEIRO, 2012	Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo de caso da Pontal Engenharia, apresenta o programa da “Produção mais Limpa com Resíduo Zero” onde aplicou um sistema de ciclo fechado nos resíduos gerados. • Benefícios: Redução de 68% na taxa de geração e uma economia de 300.000,00 em empreendimento de 21 mil m² • O estudo de caso da Consciente Construtora, em base do indicador local, um empreendimento de 26 mil m², teria 550 mil reais em custos com resíduos. • Com a implementação da P+L, atuando nas fôrmas, concretagem, revestimentos cerâmicos. Houve uma economia potencial de 75 mil reais (13,5%).

Quadro 01: Estudos sobre uso da P+L na indústria da construção. Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Discussão

Os estudos apresentados envolvem a Produção mais Limpa no setor em questão seja por pesquisas exploratórias, por meio de revisões bibliográficas, ou até mesmo em estudos de caso onde a ferramenta foi aplicada. Diante da peculiaridade da construção civil, verificou-se que esta ferramenta é ainda pouco aplicada, ou desconhecida pela maioria das construtoras pesquisadas, em âmbito nacional. Nota-se que as empresas pesquisadas são de pequeno e médio porte (PME), logo o foco está nas certificações de qualidade, como ISO 9001 e Plano Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), sendo que certificações ambientais, a exemplificar a ISO 14001, estão em estado minoritário.

Dos estudos onde foram aplicados a P+L, os procedimentos construtivos que mais foram oportunos perante os resíduos gerados foram em fôrmas de madeira, revestimento em reboco, alvenaria e revestimento em cerâmica, a exemplo dos azulejos. E dos níveis aplicados da P+L o que mais vezes indicou resultados adequados, conforme a etapa 3 do procedimento da CNTL, foi nas boas práticas e organização (*housekeeping*), pertencente ao nível 1. Entende-se que por se tratar de estudos aonde a ferramenta foi aplicada pela primeira vez, *housekeeping* é a oportunidade onde se consegue benefícios a curto prazo com pouco investimento envolvido.

Para tanto, as principais barreiras identificadas, segundo as pesquisas avaliadas, para que a P+L possa se tornar uma ferramenta conhecida no setor, pode-se citar:

- a) Mudanças no processo construtivo tradicional, o que pode ter uma dificuldade de adaptação perante aos operários;
- b) Presença significativa de empresas terceirizadas nas obras;
- c) Falta de conhecimento ou interesse pela alta-gerência para implementar as mudanças;
- d) Falta de padronização na operação, como nos projetos das edificações;
- e) Dificuldade de calcular o retorno financeiro por parte destas práticas.

4. Considerações Finais

Ao par do atual cenário de crise ambiental, seja em escala global ou regional, os impactos provenientes das indústrias não podem ser mais negligenciados, e isso inclui a construção civil, ademais por sua forte presença macroeconômica. A ferramenta P+L é conhecida por sua estratégia ambiental e econômica, por atuar na fonte de geração de resíduos. Confrontando com o pouco conhecimento que as empresas construtoras nacionais têm com a P+L, somados com os inúmeros procedimentos existentes na construção de edifícios, oportunidades são sinalizadas. Tanto pelos benefícios ambientais, que melhoram a imagem da empresa, como nos benefícios econômicos, na otimização de processos e redução de custos.

As pesquisas analisadas nesta revisão bibliográfica apontam para a possibilidade de reduzir resíduos gerados nas frentes como fôrmas de madeira, alvenaria, revestimentos em argamassa e cerâmicos, sendo em casos específicos indicada uma redução de até 20%. Potencializados em larga escala, estas oportunidades podem trazer significativos benefícios. Ademais que o nível mais aplicado pela P+L foi em *housekeeping* aonde não há exigência de grandes investimentos, e muitas vezes apenas na mudança de cultura. O presente estudo abortou o tema por um contexto de revisão teórica, e para trabalhos futuros sugere-se em obter maiores pesquisas aplicadas e estudo de casos de sucesso, para que as barreiras do setor sejam vencidas e que as ferramentas ambientais, onde a P+L é apenas uma delas, sejam consagradas pelo mercado.

Referências

ARAUJO, Alexandre Feller. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil**. 2002. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CNTL. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas, Porto Alegre/RS, 2003. Disponível em: <<http://institutossenai.org.br/publicacoes/>>

CNTL. **Produção mais Limpa em Edificações**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas, Porto Alegre/RS, 2007. Disponível em: <<http://institutossenai.org.br/publicacoes/>>

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2011.

DING, Tao; XIAO, Jianzhuang. Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. **Waste Management**, v. 34, n. 11, p. 2327–2334, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2014.07.029>>

EUROPEAN COMMISSION-DG ENV. **Service contract on management of construction and demolition waste - SR1Bio Intelligence Service**. Paris, 2011 Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011_CDW_Report.pdf>.

FORMOSO, Carlos T. et al. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 4, p. 316–325, 2002.

GORON, Liana Sampaio; TUBINO, Rejane Maria Candiota; NEETZOW, Rosele de Felipe Witte. **PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA CONSTRUÇÃO CIVIL : estudos de casos para construtoras de Porto Alegre- RS**. In: 2008, Porto Alegre/RS. **Anais...** Porto Alegre/RS: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008.

LUZ, Janayna Rodrigues de Moraes; CAVALCANTE, Paulo Roberto Nóbrega; CARVALHO, José Ribamar Marques De. Estratégia de qualidade ambiental e de Produção mais Limpa no setor da construção civil. **Revista Ambiente Contábil**, v. 4, n. 1, p. 1–16, 2012.

MATTOSINHO, Cynthia Marise dos Santos. **Um estudo multicaso sobre a aplicabilidade da metodologia de produção mais limpa em construtoras do setor de edificações da região metropolitana do Recife/PE**. 2005. Dissertação de Mestrado - PPGEP, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.ufpe.br:8080/xmlui/handle/123456789/5943>>

NAIME, Roberto; GARCIA, Ana Cristina Almeida. **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUTORA MELNICK – PORTO ALEGRE - RS O setor de edificações urbanas do mercado de construção civil**. **UNICiências**, v. 11, p. 35–50, 2007.

NANI, Mariane Seneme. **Avaliação da Produção Mais Limpa aplicada no setor da construção civil**. 2016. TCC - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2016.

PIMENTEL, Scheila Henrich. **Produção Mais Limpa Aplicada à Construção Civil**. 2009. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS, 2009.

RIGON, Viviana Salette. **Aspectos e impactos ambientais durante a fase de execução de uma obra residencial**. 2013. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

SCHNEIDER, Dan Moche. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. 2003. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TELLO, Rafael; RIBEIRO, Fabiana Batista. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção**. 2012. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/Guia_de_Boas_Praticas_em_Sustentabilidade_CBIC_FDC.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

UNEP. **Guidance Manual: How to establish and operate Cleaner Production Centres**, 2001. Disponível em: <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0072xPA-CPcentre.pdf>>

WERNER, Eveline De Magalhães; BACARJI, Alencar Garcia; HALL, Rosemar José. **Produção Mais Limpa : Conceitos e Definições Metodológicas. Ingepro - Inovação Gestão e Produção**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 46–58, 2011.